

⑤ Int. Cl. 3 = Int. Cl. 2

Int. Cl. 2:

**H 01 Q 3/26**

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



**DE 28 55 623 A 1**

⑩ **Offenlegungsschrift 28 55 623**

⑪ Aktenzeichen: P 28 55 623.2  
⑫ Anmeldetag: 22. 12. 78  
⑬ Offenlegungstag: 3. 7. 80

⑭ Unionspriorität:

⑮ ⑯ ⑰

⑯ Bezeichnung: Weitbereichs-3D-Radar

⑰ Anmelder: Licitia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt

⑰ Erfinder: Liem, Tiang Gwan, Dipl.-Ing., 7914 Pfuhl; Schlaud, Albert, Dipl.-Ing.,  
7900 Ulm

**BEST AVAILABLE COPY**

ORIGINAL INSPECTED

**DE 28 55 623 A 1**

© 6. 80 030 027/375

6/6 K 001981

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
6000 Frankfurt (Main) 70

Ulm, 20.12.78  
NE2-UL/We/ha  
UL 78/61

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Phasengesteuertes 3D-Radar-Antennensystem zur Erzeugung eines oder mehrerer unabhängiger Diagramme mit elektronischer Strahlschwenkung mittels elektronisch angesteuerter Phasenschieber mit einer Vielzahl von Strahlungselementen, die flächenhaft in einer Matrix mit übereinanderliegenden horizontalen Reihen angeordnet sind und von denen jedes aus zwei Einzelstrahlern aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Strahlungselement die beiden Einzelstrahler je an ein von zwei getrennten Verzweigungsnetzwerken angeschlossen sind, und daß auf den Verzweigungsleitungen der Verzweigungsnetzwerke Phasenschieber so angeordnet sind, daß die Phasenlagen der einzelnen Strahler des Systems zur Erzeugung einer bestimmten Strahlungscharakteristik gruppenweise geregelt werden können, und daß die beiden Verzweigungsnetzwerke mit den angeschlossenen Einzelstrahlern sowohl unabhängig als auch gekoppelt betrieben werden können.

- 2 -

030027/0375

ORIGINAL INSPECTED

K 001982

2. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein vertikales Verzweigungssystem, das die eingespeiste Strahlung auf einzelne übereinander angeordnete Strahlerreihen verteilt, und durch Phasenschieber, von denen je 5 einer auf jeder Zweigleitung zu einer solchen Strahlerreihe angeordnet ist, und die zur elevationalen Strahlbeeinflussung vorgesehen sind.

3. Antennensystem nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch ein horizontales Verzweigungssystem zu jeder Strahlerreihe, 10 welches die von dem vertikalen Verzweigungssystem auf die verschiedenen Strahlerreihen verteilte Strahlungsleistung auf die einzelnen Strahler der Reihe verteilt, und durch Phasenschieber, die auf den Zweigleitungen des horizontalen Verzweigungssystems entsprechend der gewünschten gruppen- 15 weisen Regelmöglichkeit der Phasen der einzelnen Strahler angeordnet sind und die zur azimutalen Strahlbeeinflussung vorgesehen sind.

4. Antennensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Verzweigungsnetzwerke gleich aufgebaut sind.

20 5. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen gemeinsamen Sender und einen Leistungsteiler zur Speisung beider Verzweigungsnetzwerke.

6. Antennensystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufteilung der Leistung durch den Leistungsteiler 25 variabel wählbar ist.

7. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei unabhängige, je eines der beiden Verzweigungsnetzwerke speisende Sender.

8. Antennensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 30 daß die einzelnen Strahler so ausgebildet sind, daß sie sowohl linear als auch zirkular polarisierte Strahlung abstrahlen können.

9. Antennensystem nach Anspruch 5 oder Anspruch 7, gekennzeichnet durch einen Phasenschieber in der Speiseleitung zu einem der beiden Verzweigungsnetzwerke vor dem zugehörigen vertikalen Verzweigungssystem.

5 10. Antennensystem nach Anspruch 5 und Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Umschalteinrichtung, mit der zwischen der Betriebsart gemäß Anspruch 5 und der Betriebsart gemäß Anspruch 7 umgeschaltet werden kann.

11. Antennensystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß die horizontalen Reihen in mehrere Gruppen unterteilt sind, und daß auf den Zuleitungen zu den einzelnen Gruppen Phasenschieber angebracht sind, die entsprechend einer von zwei antisymmetrischen, wechselweise schaltbaren linearen Phasenprogressionen längs einer Reihe eingestellt werden.

- 4 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
6000 Frankfurt (Main) 70

Ulm, 20.12.78  
NE2-UL/We/hä  
UL 78/61

"Weitbereichs-3D-Radar"

Die Erfindung betrifft ein phasengesteuertes 3D-Radar-Antennensystem zur Erzeugung eines oder mehrerer unabhängiger Diagramme mittels elektronisch gesteuerter Phasenschieber.

Der Einsatz elektronisch steuerbarer Phasenschieber ermöglicht die Richtungsänderung eines Antennenstrahls innerhalb sehr kurzer Zeit und macht damit den Einsatz eines 3D-Radar-Systems sinnvoll. Die Zeit zum Abtasten eines Raumwinkelbereichs kann noch verkürzt werden durch Verwendung mehrerer Strahlen.

10 Eine solche Anordnung ist z. B. bekannt aus der DE-OS  
25 41 316, gemäß der in ein Antennensystem mit entsprechend  
geräumig gemessenen Abständen der einzelnen Elemente ein  
zweites, vom Aufbau gleiches Antennensystem geschachtelt  
wird. Jedem Antenenelement ist ein geeigneter Phasenschieber  
15 angeordnet und die Phasenschieber eines Antennensystems

- 5 -

030027/0375

K 001985

werden gemeinsam unabhängig von dem zweiten System gesteuert. Die Polarisationsrichtungen der von den beiden Antennensystemen abgestrahlten Wellen stehen senkrecht aufeinander. Diese Anordnung erlaubt jedoch nur den Betrieb mit linear polarisierter Strahlung und ist zudem durch Verwendung zweier Antennensysteme mit einem Phasenschieber zu jedem einzelnen Antennenelement ziemlich aufwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die verschiedenen für ein 3D-Radar vorteilhaften Betriebsmöglichkeiten, wie z. B. Mehrstrahlbetrieb, Frequenzdiversity, Polarisationsdiversity, bei möglichst geringem Aufwand in einem System zu vereinen.

Die Erfindung ermöglicht den Aufbau eines 3D-Radar-Systems, das eine Vielzahl vorteilhafter Einsatzmöglichkeiten und Betriebsarten aufweist und sich dabei durch raumsparenden und ökonomisch günstigen Aufbau auszeichnet.

Das erfindungsgemäße Antennensystem ist aufgebaut aus einer Vielzahl von Strahlungselementen, die flächenhaft in einer Matrix mit übereinanderliegenden horizontalen Reihen angeordnet sind. Jedes Strahlungselement besteht aus zwei polarisationsentkoppelten Einzelstrahlern, die je durch eines von zwei getrennten Verzweigungsnetzwerken mit einer Strahlungsquelle verbunden sind. Die hier und im folgenden genannten Einzelstrahler bilden in dem Strahlungselement eine bauliche und funktionelle Einheit, können aber dennoch unabhängig voneinander betrieben werden. Solche oder ähnliche Strahlungselemente sind z. B. aus der DE-OS 20 54 169 bereits bekannt. Bei den im erfindungsgemäßen Antennensystem verwendeten Strahlungselementen kann über beide Einzelstrahler unabhängig voneinander nach Belieben linear oder zirkular polarisierte Strahlung abgestrahlt werden.

Auf den Zweigleitungen der Verzweigungsnetzwerke sind elektronisch steuerbare Phasenschieber so angeordnet, daß

die Phasenlagen der einzelnen Strahler des Systems je nach gewünschter Abstrahlcharakteristik gruppenweise geregelt werden können. Die beiden Verzweigungsnetzwerke sind sinnvollerweise gleich aufgebaut.

5 Wesentlich für die Erfindung sind neben der Verwendung der besonderen Strahlungselemente die Möglichkeit, die beiden Verzweigungsnetzwerke (mit den jeweils angeschlossenen Einzelstrahlern) sowohl unabhängig voneinander betreiben zu können, als auch beide Netzwerke zu koppeln und gemeinsam 10 zu betreiben und der besondere Aufbau der Verzweigungsnetzwerke, der sich besonders raumsparend und ökonomisch günstig auswirkt.

Die in die Speiseleitung 1 eines Verzweigungsnetzwerks eingespeiste Strahlungsleistung wird über die Zuleitungen eines 15 vertikalen Verzweigungssystems 3 auf verschiedene horizontale Strahlerreihen verteilt. Auf jeder dieser Zweigleitungen ist ein Phasenschieber 4 angebracht. Nach diesem Phasenschieber wird die Strahlungsleistung in jeder dieser horizontalen Ebenen durch ein horizontales Verzweigungssystem 5 auf die 20 Einzelstrahler verteilt. Je nachdem, ob die Einzelstrahler einer solchen Strahlerreihe gleichphasig oder in einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Phase betrieben werden sollen, können auf den Zweigleitungen des horizontalen Verzweigungssystems noch Phasenschieber 6 an beliebiger, zweckmäßig zu 25 wählender Stelle angebracht sein.

Prinzipiell ist auch eine Anordnung, bei der die eingespeiste Strahlung zuerst in einem horizontalen Verzweigungssystem und dann in einzelnen vertikalen Verzweigungssystemen aufgeteilt wird, verwendbar. Für die Anwendung des 3D-Radar ist 30 jedoch das Wesentliche die elevationale Strahlschwenkung, die über die Phasenschieber 4 des vertikalen Verzweigungssystems erfolgt. Für den Aufbau mit einem horizontalen und mehreren vertikalen Verzweigungssystemen hätte dies zur Folge, daß in den vertikalen Verzweigungssystemen jedem

Einzelstrahler ein Phasenschieber zugeordnet werden müßte, was den Aufwand ganz beträchtlich erhöhen würde.

Die völlig unabhängige Steuerung und Speisung der beiden Netzwerke erlaubt die Abtastung des Raums mit zwei Strahlen 5 und damit eine Halbierung der zur Raumabtastung notwendigen Zeit. Dies gilt natürlich auch analog für den Fall, daß ein Strahlersystem ein Diagramm mit mehreren Keulen aufweist.

Bei einer einfachen Ausführungsform sind die von den Einzelstrahlern abgestrahlten Wellen linear polarisiert, und 10 zwar für alle Strahler eines Verzweigungsnetzwerks in der selben Richtung. Die Polarisationsrichtung der Strahler des anderen Verzweigungsnetzwerks steht in diesem Fall vorteilhafterweise senkrecht auf der des einen Verzweigungsnetzwerks. Bei völlig getrennten Verzweigungsnetzwerken mit 15 separater Einspeisung hat man damit die Möglichkeit den Raum mit zwei unabhängigen Strahlen, die auch unabhängig voneinander geschwenkt werden können, abzutasten.

Vorteilhaft ist auch die Ausstrahlung von zirkular polarisierten Wellen durch die Einzelstrahler. Dabei ist der Dreh- 20 sinn der Zirkularpolarisation für die Strahler der verschiedenen Netzwerke unterschiedlich zu wählen.

Die Verwendung zirkular polarisierter Strahlung ist vorteilhaft für die Unterdrückung von Störungen, wie sie z. B. durch Regen verursacht werden.

25 Bei separater Speisung der beiden Verzweigungsnetzwerke, wie vorstehend beschrieben, durch zwei unabhängige Sender erhält man damit zwei Strahlen mit orthogonaler Polarisation, die unabhängig voneinander gehandhabt werden können. Dies betrifft sowohl die Strahlschwenkung als auch die Frequenz der abgestrahlten Wellen.

Die beiden Sender können also auch bei verschiedenen Frequenzen betrieben werden.

Damit ergibt sich auch die Möglichkeit der Strahlschwenkung durch Frequenzveränderung bei unveränderter Einstellung der 5 Phasenschieber.

Bei gemeinsamer Speisung und gleicher Phasensteuerung der beiden Verzweigungsnetzwerke bleibt zur Abtastung des Raums nur ein gemeinsamer Strahl. Jedoch kann bei dieser Betriebsart jede beliebige Polarisation eingestellt werden.

10 Bei Aussendung linear polarisierter Strahlung durch die Einzelstrahler ergeben sich z. B. die folgenden Möglichkeiten:

Werden die beiden Netzwerke phasengleich gespeist, so kann durch Variation der Leistungsaufteilung, z. B. durch einen

15 Leistungsteiler mit variablem Teilungsverhältnis oder durch Dämpfung einer der beiden Speiseleitung, und eventuell durch ein Phasenglied 2 mit  $180^\circ$ -Phasendrehung in einer der Speiseleitungen durch die Überlagerung der von den Einzelstrahlern ausgesandten Strahlung mit zueinander senkrechten Polarisa-

20 tionen ein Strahl beliebiger Polarisationsrichtung erzeugt werden. Nimmt man statt dem  $180^\circ$ -Phasenglied ein  $90^\circ$ -Phasenglied, so erhält man bei gleichmäßiger Speisung der beiden Netzwerke zirkular polarisierte Strahlung, deren Drehsinn davon abhängt, in welcher der beiden Speiseleitungen die  $90^\circ$ -

25 Phasenschiebung erfolgt. Bei zusätzlicher Variation der Leistungsaufteilung ergibt sich elliptisch polarisierte Strahlung mit den Ellipsenhauptachsen parallel zu den Polarisationsrichtungen der Einzelstrahler.

Bei Aussendung rechts zirkular und links zirkular polari-  
30 sierter Strahlung durch die beiden Einzelstrahler ergibt sich auf besonders einfache Weise eine völlige Freiheit in der Wahl der Polarisation.

Reine zirkular polarisierte Strahlung erhält man, indem man nur eines der beiden Netzwerke speist. Bei Speisung beider Netzwerke mit kohärenten Signalen gleicher Amplitude ergibt sich linear polarisierte Strahlung, deren Polarisationsrichtung durch ein phasenschiebendes Glied 2 in der Speiseleitung zu einem der Netzwerke beliebig eingestellt werden kann.

Nimmt man noch die Möglichkeit der Variation der Leistungsaufteilung auf die beiden Netzwerke hinzu, so kann jede 10 beliebige Polarisationsart (beliebige elliptische Polarisation eingeschlossen) erzeugt werden.

In den Speiseeinrichtungen 7 zu den beiden Netzwerken sind Schaltmittel vorgesehen, die den Wechsel der Betriebsart – beide Netzwerke unabhängig oder beide Netzwerke gekoppelt – 15 ermöglichen.

Mit dem beschriebenen Aufbau der Verzweigungsnetzwerke ergibt sich auch auf einfache Weise die Möglichkeit zur Durchführung des in der Fachliteratur als "back looking" bezeichneten Verfahrens, bei dem der Strahl in zwei verschiedene 20 Azimutrichtungen eingestellt werden kann:

Bei den 3D-Radar anlagen erfolgt die Abtastung des Raums im allgemeinen derart, daß der scharf gebündelte Strahl in der Elevation elektronisch geschwenkt wird, während durch Drehung der gesamten Antenne um eine vertikale Achse der Azimutwinkel kontinuierlich verändert wird. Wird nun bei der 25 Abtastung ein Ziel entdeckt, so kann es aus vielerlei Gründen wünschenswert sein, diesen Bereich noch einmal zu überstreichen, ohne die Zeit für die gesamte Umdrehung der Antenne abzuwarten. Zu diesem Zweck erfolgt die gewöhnliche 30 Abtastung mit dem Strahl in der in Drehrichtung der Antenne liegenden azimutalen Einstellung.

Bei Erfassung eines Ziels wird umgeschaltet auf die andere Einstellung des Strahls, der nun den gleichen Winkelbereich noch einmal überstreicht.

Zur Durchführung des Verfahrens werden die horizontalen 5 Reihen des Arrays in einzelne Strahlergruppen unterteilt, wie beschrieben, und diese Gruppen werden mit längs einer Reihe von Gruppe zu Gruppe linear progressiven Phasenverschiebungen gespeist. Man benötigt für die beiden Strahleinstellungen zwei verschiedene solche Phasenprogressionen, 10 zwischen denen je nach Bedarf umgeschaltet werden kann, und die vorteilhafterweise antisymmetrisch zueinander sind.

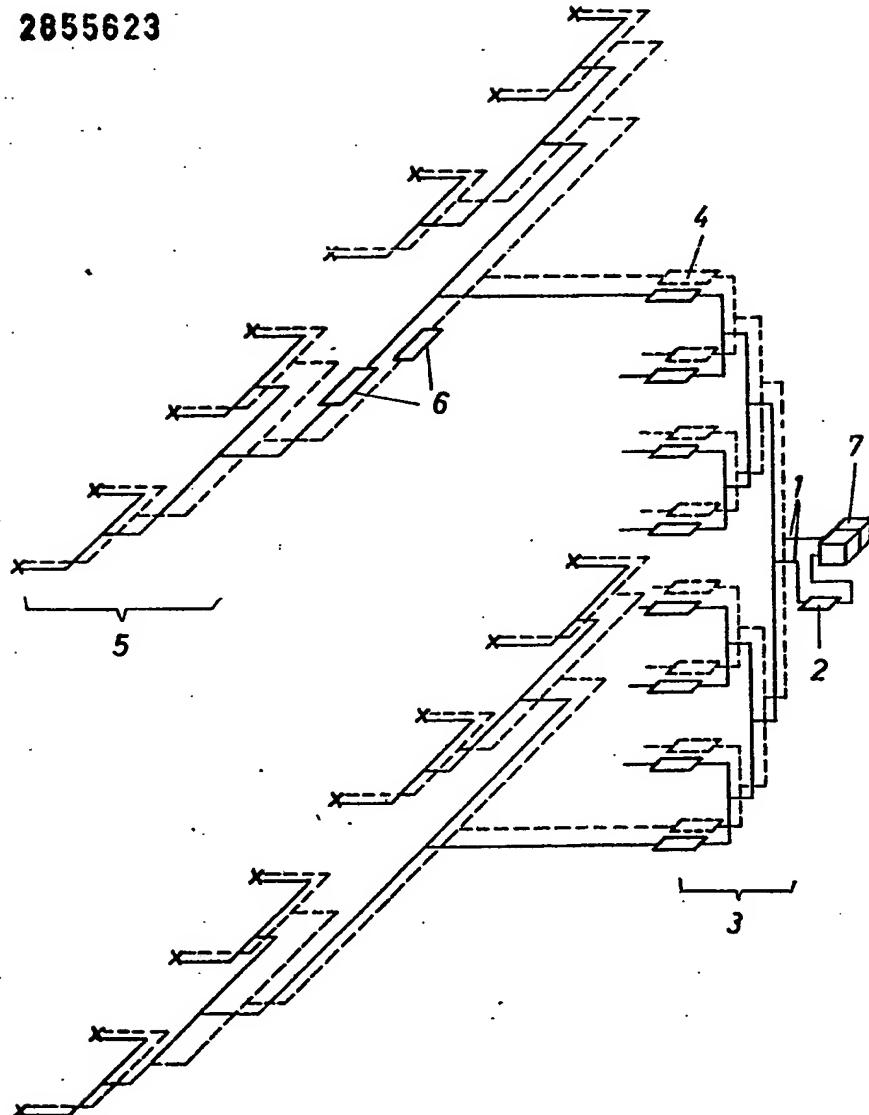
Dies kann realisiert werden durch den Anforderungen entsprechend eingestellte Phasenschieber in den Zuleitungen zu den einzelnen Strahlergruppen oder durch eine entsprechend 15 zu bemessende Serienspeisung der einzelnen Gruppen. Die Phasenbeziehungen der Strahlerelemente innerhalb einer Gruppe werden dadurch nicht verändert.

- 1A -

Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

28 55 623  
H 01 Q 3/26  
22. Dezember 1978  
3. Juli 1980

2855623



030027/0375 ORIGINAL INSPECTED

K 001992

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**